Über die systematische Zugehörigkeit der Zoochlorellen

Von Lothar Geitler, Wien

Mit 1 Textabbildung

(Vorgelegt in der Sitzung vom 17. April 1947)

Im allgemeinen wird angenommen, daß die symbiontischen grünen Algenzellen in niederen und höheren Tieren zur Grünalgengattung *Chlorella* gehören. Diese Vorstellung drückt sich ja schon in der Bezeichnung „Zoochlorellen" aus. Für *Chlorella* sind kugelige oder ellipsoidische Zellen mit muldenförmigem Chromatophor, Stärkeassimilation und Autosporenbildung charakteristisch. Tatsächlich gehören viele Symbionten zu dieser Gattung, so daß eine Verallgemeinerung naheliegend war. Diese war um so leichter möglich, als die Untersucher der Wirte, denen algologische Fragestellungen ferne lagen, den Zoo„chlorellen" keine nähere Aufmerksamkeit schenkten. Dennoch fehlt es nicht an einzelnen abweichenden Angaben. So erwähnt Buchner in seinem bekannten Symbiosebuch, daß die Algenzellen von *Euspongilla lacustris* auffallend klein sind und sich durch Zweiteilung fortpflanzen, also nicht mit *Chlorella* identisch sind. Dies trifft, wie meine Nachuntersuchung an Exemplaren aus dem Lunzer Untersee ergab, völlig zu. Penard gibt für einige Thekamöben an, daß ihre Symbionten nicht mit der gewöhnlichen *Chlorella* übereinstimmen. Kahl schreibt in seiner Ziliatenbearbeitung: „Wenig beachtet ist bis jetzt, daß noch ein paar andere grüne Algen ... als Symbionten vorkommen" (S. 23). Zu *Psilotricha viridis* bemerkt Kahl: „Die Zoochlorellen, die ich stets in dieser Art gefunden habe, sind bedeutend größer als die gewöhnlichen (7,4 μ), oval, und haben ein seitliches, rotes Stigma; sie teilen sich in der Membran in vier Teil-Algen; der Chromatophor erscheint gerippt" (S. 541). Demnach dürfte es sich um eine Chlamydomonade handeln.

Auch ich fand in einigen Fällen *Chlamydomonas*artige Zellen als Symbionten (vgl. weiter unten). Pascher vermutet in anderen Fällen Heterokonten.

Während mehrerer Jahre hatte ich Gelegenheit, hauptsächlich in der Umgebung der Biologischen Station Lunz (Niederösterreich) Zoochlorellen zu beobachten. Soweit eine Entscheidung über die systematische Zugehörigkeit rein morphologisch möglich war, wurde diese aufnotiert. Mit Hilfe von Kulturen würden sich wohl feinere Unterschiede erfassen lassen. Auch die bloß morphologische Untersuchung zeigt oft, daß verschiedene „Rassen" oder sonstige systematische Einheiten der *„Chlorella vulgaris"* vorkommen. Dies ist aber vielleicht von geringerem Interesse; es handelt sich offenbar um einen Parallelfall zu der Flechtenalge *Cystococcus,* die fast in jeder Flechte in etwas anderer Ausbildung und mit verschiedenem physiologischem Verhalten vorkommt. Der Zweck der folgenden Zeilen ist es, in einer ersten Übersicht zu zeigen, daß an der Zoo„chlorellen"bildung außer *Chlorella* sehr verschiedene andere Algengattungen beteiligt sind.

Im folgenden seien zunächst jene mir durch eigene Untersuchung bekannten Fälle aufgezählt, deren Zoochlorellen im algologischen Sinn zur Gattung *Chlorella* gehören. Es sind dies:

Rhizopoden: *Acanthocystis turfacea, Ditrema flavum, Hyalosphenia papilio,* eine unbestimmte Thekamöbe;

Ziliaten: *Paramaecium bursaria, Euplotes patella, Ophrydium versatile, Cothurnia crystallina, Coleps hirtus, Vorticella* sp., mehrere unbestimmte Ziliaten;

Chlorohydra viridissima und das Turbellar *Castrada viridis.*

In den folgenden Fällen, die an genügend großen Individuenzahlen überprüft werden konnten, finden sich regelmäßig einzellige Grünalgen, die nicht in die Gattung *Chlorella* zu stellen sind. Es handelt sich größtenteils um Protococcalen; in dem zuletzt zu besprechenden Fall (*Difflugia* sp.) liegt vermutlich eine einzellige Heterokonte vor.

Vorticella sp. (Ziliat). Die Art tritt stellenweise im Litoral des Lunzer Untersees an Stengeln von Wasserpflanzen auf; sie steht *V. convallaria* nahe, mit der sie die breit-glockenförmige Gestalt des Körpers gemeinsam hat; im Inhalt finden sich meist reichlich dunkle, ölartige Körper, die schon bei Betrachtung mit schwacher Vergrößerung ein charakteristisches dunkles Aussehen bedingen. Die Zoo„chlorelle" (Abb. 1 *a—e*) ist breit-ellipsoidisch und relativ dickwandig. Sie besitzt einen seitenständigen, median tief eingeschnittenen, also zweilappigen Chromatophor, dessen Lappen durch je einen polaren Einschnitt weiter in zwei Unter-

lappen zerlegt werden (Abb. 1 *b*). Die Farbe des Chromatophors ist in allen Individuen blaßgrün. Ungefähr in der Mitte des Chromatophors liegt ein Pyrenoid mit Stärkehülle. Die Fortpflanzung erfolgt durch Bildung von 4 tetraedrisch angeordneten Autosporen (Abb. 1 *d*); seltener werden 2 oder 8 Autosporen gebildet. Vor der Autosporenbildung teilt sich der Chromatophor samt Pyrenoid (Abb. 1 *c*). Die Autosporen sind entsprechend klein und länglich-ellipsoidisch (Abb. 1 *e*). — Die Alge, die auch freilebend beobachtet wurde, ist, obwohl die im allgemeinen charakteristische polare Membranverdickung fehlt, wohl zu *Oocystis* zu stellen (es gibt auch großzellige, freilebende *Oocystis*-Arten, die

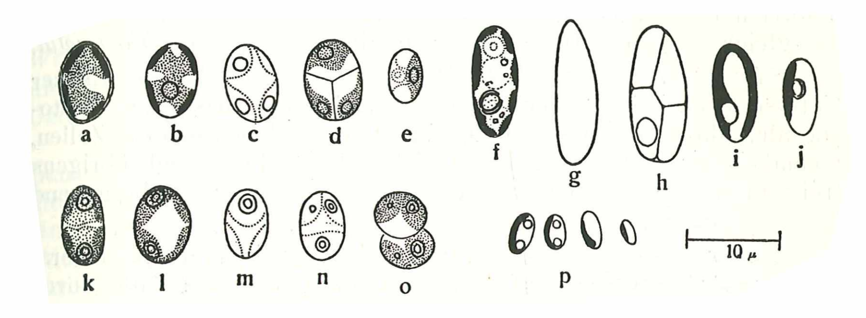


Abb. 1 *a—e*: *Oocystis* artige Alge aus *Vorticella* sp. *a*: schräge Aufsicht des Chromatophors, Zellwand voll ausgezeichnet; *b*: zentrale Aufsicht des Chromatophors; *c*: geteilter Chromatophor; *d*: Bildung von 4 Autosporen (zwei in Deckung); *e*: eben entstandene, freie Autospore; in *b—e* ist die Membran nur durch eine einfache Linie angedeutet.

f—j: Protococcale aus *Opercularia* sp. *f*: Zelle gewöhnlicher Größe mit fast die ganze Zelle auskleidendem Chromatophor (optischer Schnitt), im Bild unten das Pyrenoid, oben der Kern, in der Mitte eine Zellsaftvakuole; *g*: Zellumriß; *h*: Bildung von 4 Autosporen (in einer das ungeteilte Pyrenoid der Mutterzelle); *i*: jüngere Zelle, Chromatophor mit Pyrenoid im Schnitt; *j*: Autospore.

k—o: Protococcale aus *Amphitrema Wrightianum*. *k, l*: zwei ausgewachsene Zellen in verschiedener Ansicht; *m, n*: jüngere Zellen; *o*: zwei Tochterzellen, jede mit zwei Tochterchromatophoren mit je einem alten und einem jungen Pyrenoid.

p: drei ausgewachsene und eine junge Zelle der vermutlichen Heterokonte aus *Difflugia* sp.

Alle bei gleicher Vergrößerung nach dem Leben gezeichnet.

keine polare Membranverdickung aufweisen). Für die systematische Zugehörigkeit zu *Oocystis* spricht die Dicke der Membran und der Chromatophorenbau.

Außer diesen immer vorhandenen Symbionten finden sich gelegentlich in der *Vorticella* auch *Chlamydomonas*-Zellen (mit Papille und Stigma) und Zellen der Heterokonte *Chlorobotrys*. Es handelt sich wohl um aufgenommene Nahrung, die im Wirtsplasma längere Zeit lebend bleibt und sich anscheinend auch vermehren kann; wenigstens wurden Teilungsstadien beobachtet, die kaum vor der Aufnahme vorhanden sein konnten.

Unbestimmter Ziliat. In den Schlenken der Schwingrasen des Lunzer Obersees tritt manchmal ein kleiner holotricher Ziliat auf, dessen Bestimmung nicht gelang. Er enthält die gleiche *oocystis*artige Alge wie die obengenannte *Vorticella*.

Stentor coeruleus (Ziliat) aus dem Litoral des Lunzer Untersees enthält manchmal die gleiche *oocystis*artige Protococcale, dazu *Chlorobotrys*-Zellen und *Chlamydomonas*-Zellen, niemals aber Chlorellen. Die meisten Individuen sind übrigens frei von Algen; offenbar halten sich die Algen nur vorübergehend im Wirtsplasma.

Opercularia sp. (Ziliat). Die Art kommt im Litoral des Lunzer Untersees auf Wasserpflanzen vor und fällt durch den Besitz großer, länglicher, walzlicher oder ellipsoidischer grüner Zellen auf (Abb. 1 *f*—*i*). Die Algenzellen besitzen eine äußerst dünne Wand, die nur bei der Autosporenbildung deutlicher erkennbar wird (Abb. 1 *h*). Bei dichter Lagerung platten sich die Zellen gegenseitig ab. Der Chromatophor, der neben einem Pyrenoid mit Stärkehülle meist viel Stromastärke enthält, liegt parietal und kleidet fast die ganze Zelle aus (Abb. *1 f*, *i*); in erwachsenen Zellen ist er oft unregelmäßig gelappt, so daß mehrere optische Schnitte sichtbar werden (Abb. 1 *f*). Die Fortpflanzung erfolgt durch 4, selten durch 8 Autosporen. Das Pyrenoid teilt sich dabei nicht mit, sondern entsteht in den Tochterzellen von neuem (Abb. 1 *h*). — Die Alge macht beim ersten Anblick den Eindruck einer *Chlamydomonas*; doch fehlt die charakteristische Papille, und auch kontraktile Vakuolen und Stigma fehlen. Es handelt sich also wohl um eine Protococcale; sie scheint mit keiner freilebenden identifizierbar zu sein.

Amphitrema Wrightianum (Rhizopode) aus den Hochmoorschlenken des hinteren Rotmooses bei Lunz enthält regelmäßig eine dünnhäutige, bei dichter Lagerung polygonal abgeplattete Alge von unregelmäßig ellipsoidischer bis leicht

nierenförmiger Gestalt (Abb. 1 *k*—*o*). Die Zellen führen zwei polständige, parietale Chromatophoren mit je einem Pyrenoid, das eine auffallend dicke Stärkehülle besitzt. Die Fortpflanzung erfolgt durch Zweiteilung, die wahrscheinlich endogen abläuft, also als Autosporenbildung aufzufassen ist; doch läßt sich eine die Tochterzellen umhüllende Haut nicht nachweisen — wahrscheinlich infolge ihrer Dünne und einsetzender Verschleimung. Bei der Chromatophorenteilung teilt sich das Pyrenoid manchmal mit, manchmal wird es in je einem Tochterchromatophor neu gebildet (Abb. 1 o). — Die systematische Stellung der Alge ist schwierig aufzuklären.

Amphitrema stenostoma. Von diesem Rhizopoden wurden nur wenige Exemplare in den Schwingrasen des Lunzer Obersees angetroffen. Sie enthielten die gleich Alge wie *A. Wrightianum.* Bei Penard findet sich die Bemerkung, daß die Zoochlorellen von *A. stenostoma* von der gewöhnlichen *Chlorella vulgaris* abzuweichen scheinen.

Difflugia sp. (Rhizopode). In den Schwingrasen des Lunzer Obersees findet sich zerstreut eine kleinzellige *Difflugia*, die *D. pulex* nahesteht. Die grünen Symbionten sind sehr klein, länglich-ellipsoidisch und fest behäutet (Abb. 1 *p*). Sie besitzen einen kleinen parietalen Chromatophor von blaß gelbgrüner Farbe, der keine Stärke und kein Pyrenoid enthält. Im Zellinhalt finden sich meist zwei polare Öltropfen und stark lichtbrechende Kriställchen. Die Fortpflanzung erfolgt durch Zweiteilung; Einzelheiten des Vorgangs sind infolge der geringen Zellgröße nicht zu beobachten. — Nach allem dürfte es sich um eine Heterokonte handeln.

Anhangsweise sei erwähnt, daß ich im Flachmoor von Moosbrunn (südöstlich von Wien) vereinzelt Exemplare von *Actinosphaerium eichhornii* antraf, die außer typischer *Chlorella* zahlreiche *Chlamydomonas*-Zellen mit kontraktilen Vakuolen und Stigma, aber ohne Geißeln enthielten. Die *Chlamydomonas*-Zellen befanden sich vielfach in Teilung. Ob es sich um ein regelmäßiges oder zufälliges Vorkommen handelte, ließ sich wegen zu geringen Materials nicht feststellen.

Zusammenfassung.

In manchen Ziliaten und Rhizopoden kommen nicht die gewöhnliche *Chlorella vulgaris* bzw. ihr nahestehenden Chlorellen, sondern andere Protococcalen und *Chlamydomonas*artige Zellen vor; in einem Fall (*Difflugia* sp.) ist der Symbiont wahrscheinlich

eine Heterokonte. Für *Euspongilla lacustris* wird die Angabe Buchners bestätigt, daß der Symbiont nicht *Chlorella* ist.

Botanisches Institut der Universität Wien und Biologische Station Lunz.

Schriftenverzeichnis.

Buchner, P., Tier und Pflanze in Symbiose. 2. Aufl. 1930.
Kahl, A., Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere oder Ciliata, in Tierwelt Deutschlands. Jena 1935.
Pascher, A., Heterokontae, in Rabenh. Krypt. flora.
Penard, E., Faune rhizopodique du bassin di Leman. Genf 1902.